

# DESARROLLO Y PUESTA EN PRÁCTICA DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA PARA ABORDAR LA SOSTENIBILIDAD DESDE UN ENFOQUE QUÍMICO EN EL BACHILLERATO

Miryam Villalpando Muñoz, Kira Padilla  
*Facultad de Química, UNAM.*

**RESUMEN:** La sostenibilidad es un tema de suma importancia que hoy en día no se ha incluido totalmente en los programas de estudio en México, por eso este trabajo propone el desarrollo de una secuencia didáctica con enfoque CTSA para que los estudiantes de bachillerato comprendan y valoren la Sostenibilidad desde la perspectiva de la Química. Para ello se realizó una vasta revisión en la literatura sobre el tema y se diseñó un instrumento para conocer las concepciones alternativas que la muestra de estudiantes presenta. Las actividades propuestas lograron una mejora en la comprensión y valoración de la Sostenibilidad por parte de los estudiantes, aunque el enfoque Químico aún necesita ser reforzado mejorando o modificando las actividades propuestas.

**PALABRAS CLAVE:** Sostenibilidad, enfoque CTSA, Química, bachillerato.

## OBJETIVOS:

- Desarrollar, aplicar y evaluar una secuencia didáctica sobre Sostenibilidad desde un enfoque químico para que los alumnos de bachillerato comprendan el concepto y valoren su importancia.
- Elaborar y aplicar un cuestionario para conocer las ideas previas sobre la Sostenibilidad y el uso de huertos urbanos como medida sostenible en los estudiantes.

## MARCO TEÓRICO

Desde que los humanos aprendieron a manipular y modificar la naturaleza, según sus necesidades, han generado una gran explotación de recursos naturales, impactando gravemente sobre el ambiente y las sociedades. Pero este estilo de vida sólo se cuestionó cuando la urbanización y la contaminación se hicieron muy evidentes, entonces el impacto de la industria y la forma de vida actual del humano se incluyó en diversos debates. Así se instauraron una variedad de medidas para proteger a la naturaleza y al ambiente, se fundaron diversos grupos como Greenpeace, y la crisis ambiental se incluyó como tema en la política, generando leyes e instituciones mundiales para enfrentar el problema (Sandell, Öhman y Östman, 2003).

A pesar de que las preocupaciones comenzaron cuatro décadas atrás, apenas en 1987 se formó la Comisión Mundial de Ambiente y Desarrollo (CMAD) que defiende que el desarrollo y el ambiente se necesitan mutuamente. En ese mismo año se publicó el documento titulado “Nuestro futuro común”, que introdujo el término Desarrollo Sostenible, y que exige un crecimiento económico para países con necesidades básicas no atendidas, la no explotación de unos sobre otros y la instauración de principios de Sostenibilidad en países cuyas necesidades básicas ya están cubiertas (CMAD, 1987).

En ese mismo documento el Desarrollo Sostenible se definió como “el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. Se subrayan como fundamentales las necesidades y las limitaciones impuestas (CMAD, 1987).

Este trabajo partió de la definición antes mencionada, pero se enfatizó en que la Sostenibilidad debe ser un estilo de vida o una cultura adoptada por cada individuo y cada sociedad, y se relacionó con cinco dimensiones que son la económica, la política, la social, la científica y la ecológica. Además, se propone el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente para incluir la Sostenibilidad en los cursos de Ciencias, ya que esta corriente pondera las relaciones recíprocas y las complejas interacciones que se presentan entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente. El enfoque CTSA busca formar ciudadanos más críticos que puedan participar, con mayor compromiso y responsabilidad, en las decisiones sobre ciencia y tecnología, y conozcan los efectos que éstas tienen sobre la sociedad y el ambiente (Garritz, 1994).

Consideramos que es necesario dejar atrás la cosmovisión actual que enseña un conocimiento fragmentado en diversas disciplinas desvinculadas entre sí, y que no permite que las personas tengan la perspectiva holística que requieren los problemas contemporáneos; por eso, la UNESCO reconoció la necesidad de reformular los objetivos y el contenido curricular para acercar la academia a las necesidades de la sociedad y promover la Sustentabilidad en la educación. Así se declaró el período del 2005 al 2014 como la Década de la Educación para la Sostenibilidad (EpS), definiéndola como “un paradigma que engloba las muchas formas de educación que ya existen y las que quedan por crear” (UNESCO, 2016). Al finalizar la década anunció la instauración del Programa Global de Acción para seguir fomentando las prácticas de la EpS que deben incluir a todos los niveles del sistema educativo.

Hablando particularmente de la Química, la integración de esta ciencia con la Sostenibilidad es substancial pues se trata de una ciencia experimental básica con la que se ha creado una gran cantidad de materiales y productos que hoy son parte importante de la vida cotidiana del humano y que han impactado enormemente en el ambiente. Además, estos materiales han pasado por procesos químicos industriales que no siempre han tomado en cuenta su repercusión (tanto de los procesos como de los productos) sobre el ambiente ni la sociedad (De la Hoz y Díaz, 2008). Por ello la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) propuso integrar la Sostenibilidad en la educación química, así pues los docentes deben incorporar al contenido tradicional del currículo, discusiones sobre el valor económico, el impacto ecológico y los riesgos a la salud del humano (Lozano, 2013).

## METODOLOGÍA

La mejor manera en que la Sostenibilidad puede incluirse en los programas de estudio es como un eje transversal que abarque todas las materias. Para lograrlo es necesario renovar las estrategias de enseñanza-aprendizaje, sobre todo de la ciencia. En el caso particular de la Química, a través de este trabajo buscamos integrar a la Sostenibilidad en una unidad del programa y probar diversas actividades que permitan a los estudiantes comprender y valorar el concepto con un enfoque químico.

Para el desarrollo de esta investigación se trabajó con un grupo de Química III de la Escuela Nacional Preparatoria No. 5, conformado por 52 estudiantes del turno matutino de segundo año, donde el promedio de edad es de 16 años. Una de las autoras de este proyecto trabajó directamente con el grupo, en conjunto con la profesora titular de ese grupo.

En el diseño de la secuencia se usó como guía la metodología propuesta por Sánchez y Valcárcel (1993). Se comenzó por ahondar en el tema de Sostenibilidad, tomar postura y delimitar la definición que se pretende que los estudiantes comprendan y valoren. Además se eligió la unidad referente al suelo debido a que la conservación de este recurso es sustancial tanto por la necesidad de garantizar la producción de alimentos como por tratarse de un problema de soberanía nacional. También se tomó en cuenta que la agricultura siempre ha estado ligada, histórica y culturalmente, al pueblo de México desde su génesis prehispánica. Por otra parte, esta unidad abarca diversos conceptos químicos de los cuales se eligieron los de ácidos y bases de Arrhenius, sales, pH (sólo como medida de carácter ácido, básico y neutro), iones, y disociación.

Para conocer las concepciones alternativas sobre Sostenibilidad del grupo analizado se diseñó y aplicó un cuestionario previo. Partiendo de la información recabada a través de la investigación documental y del cuestionario diagnóstico se diseñaron trece actividades con enfoque CTSA que se repartieron en seis sesiones aplicadas de forma consecutiva. Estas actividades incluyeron algunas lecturas para relacionar los conceptos con el ámbito histórico y social; dibujos en los que los estudiantes manifestaron sus conocimientos previos y lo aprendido; una actividad experimental en la que observaron a nivel macroscópico los efectos de diversos suelos sobre las plantas y a nivel microscópico identificaron los iones presentes y determinaron el pH; cuestionarios para fomentar la búsqueda de información; una clase plenaria para ayudarles a relacionar y aterrizar la información, y un par de propuestas por parte de los estudiantes para solucionar problemas a los que se enfrenta la humanidad. A partir de algunas de estas actividades se obtuvieron evidencias o productos de las que, por su estructura y contenido, se tomaron en cuenta cinco para evaluar el desarrollo y los resultados de la secuencia didáctica tomando en cuenta las dos formas más comunes de evaluación que proponen Meheut y Psillos (2004). Una es a través de las vías de aprendizaje examinando los diversos productos obtenidos de las actividades. La otra forma es el procedimiento pre-test y post-test. Para esta evaluación se diseñó un cuestionario final para compararlo con el cuestionario previo.

## RESULTADOS

Para su análisis, los resultados se organizaron en tres bloques de acuerdo con el momento en el que se recopiló la información y el objetivo de la misma.

### Cuestionario diagnóstico y concepciones alternativas

En la primera parte de este cuestionario se indagó el conocimiento de los estudiantes sobre los huertos urbanos como medida sustentable. Se encontró que el 59.6% desconoce la implementación de estos huertos en su propia ciudad. El 21.1% asegura que los huertos sólo traen beneficios a sus propios dueños, el 25% que no tienen ningún efecto sobre la ciudad en general y el 32.7% que la economía del Estado o de los agricultores es afectada negativamente. Un 30.7% manifestó la creencia de que los huertos urbanos reemplazarían totalmente a la agricultura tradicional, y el 36.5% tampoco le encontró relación con la Sostenibilidad.

Con respecto al concepto de Sostenibilidad y su definición se encontraron las siguientes concepciones alternativas:

1. Los sucesos o acciones en cualquier parte del mundo sólo tienen efectos a nivel local.
2. Los sucesos o acciones sólo tienen efectos en el presente o en el futuro próximo.
3. La sostenibilidad se relaciona sólo con la Ecología, la Sociedad y la Economía.
4. La definición de sostenibilidad se relaciona con sustento, independencia y/o eficiencia.

### Actividades de la secuencia didáctica y monitoreo

Los cinco productos obtenidos de las actividades aplicadas incluyen un dibujo, dos cuestionarios y dos propuestas de solución a problemas y se analizaron en este segundo bloque de resultados. A continuación se presentan algunos ejemplos:

Tabla 1.  
Algunos ejemplos de los productos de las actividades

<i>PRODUCTO</i>	<i>RESULTADOS</i>	<i>OBSERVACIONES</i>
Dibujo: ¿Cómo el suelo afecta el crecimiento de las plantas?	Los estudiantes no mencionan el pH ni la solubilidad. La mayor parte no relaciona la química del suelo con la nutrición y el crecimiento de las plantas.	Previendo este resultado se incluyó una actividad práctica para mejorarlo.
Cuestionario: La diversidad de los fertilizantes.	Les es difícil comprender la importancia de la diversificación de métodos como medida sustentable. Hallan pocas ventajas en ella o piensan que unos métodos deben sustituir completamente a otros.	Se hizo evidente que este cuadro resalta las ventajas de los fertilizantes orgánicos, influyendo en el resultado, por ello se propone marcar también las ventajas de los fertilizantes sintéticos e inorgánicos.
Propuesta de solución a un problema: Disminución en producción y aumento en importación de alimentos en México.	Aunque la dimensión económica sigue siendo la más aludida, algunos estudiantes ya incluyen las dimensiones económica, ecológica, social, científica y política, en sus propuestas.	Aún es necesario recalcarles la importancia de integrar las cinco dimensiones para solucionar problemas ambientales y sociales.

#### Cuestionario final y comparación de resultados

En el cuestionario final se les pidió que elaborasen un nuevo dibujo sobre cómo el suelo afecta el crecimiento de las plantas y se comparó con el primer dibujo. En el segundo dibujo, a diferencia del primero, varios estudiantes ya incluyeron el pH, pero de nuevo ninguno incluyó la solubilidad. También aumentó ligeramente el puntaje general obtenido en el segundo dibujo. Esto nos habla de la necesidad de enfatizar en los conceptos químicos de las actividades.

En cuanto a la definición de Sostenibilidad, hubo un cambio perceptible en las definiciones de los estudiantes. Utilizaron más elementos acordes con la Sostenibilidad y aumentó ligeramente el número de éstos incluidos en su definición. Es decir, la definición de los estudiantes es más acertada y más completa.

También este cuestionario reflejó que para ellos la Química sí tiene un impacto sobre la producción de alimentos a través de productos químicos como fertilizantes y plaguicidas, de la innovación en productos, métodos y técnicas, y del cuidado del ambiente, principalmente. Del mismo modo se observó una mejora en la consciencia sobre los problemas de su entorno generados por el modo de vida actual, e incluso, algunos abogan por concientizar a la sociedad en general.

## CONCLUSIONES

El enfoque CTSA se adaptó muy bien a la enseñanza de la Sostenibilidad y permitió a los estudiantes relacionar mejor las diversas dimensiones, aun así es necesario hacerles énfasis y discutir estas relaciones con ellos de forma explícita y clara.

Incorporar la Sostenibilidad en un solo tema del programa hizo muy evidente que si el tema se tratara durante todo el año como eje transversal, sería mucho más sencillo relacionar las diversas dimensiones y cambiar la visión que se tiene sobre la Química.

Aunque pocos estudiantes lograron comprender que la diversificación en el uso de métodos y técnicas tiene mayores ventajas para la Sostenibilidad, se logró cierta consciencia sobre el estilo de vida actual, los problemas que éste genera y la necesidad de buscar soluciones, aunque el porcentaje de alumnos aún es bajo. También relacionaron mejor el ámbito científico, particularmente la química, y el político, con el económico, el social y el ecológico.

La secuencia didáctica ayudó a los estudiantes a complementar y mejorar su definición de Sostenibilidad, pero al final el enfoque químico no se percibe con claridad. Por lo tanto, se considera necesario agregar o modificar actividades para ayudarles a relacionar y comprender mejor los conceptos químicos que se incluyeron así como manejarlos y relacionarlos durante toda la secuencia.

## REFERENCIAS

- CMAD. (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. "Nuestro Futuro Común". Recuperado de <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/42/427>.
- DE LA HOZ, A. y DÍAZ, A. (2008). Química sostenible. Seguridad y medio ambiente, 110(2), 32-44
- GARRITZ, A. (1994). Ciencia-Tecnología-Sociedad. A diez años de iniciada la corriente. Educación Química, 5(4), 217-223.
- LOZANO, R. y WATSON, M.K. (2013). Chemistry Education for Sustainability: Assessing the chemistry curricula at Cardiff University. Educación Química, 24(2), 184-192.
- MEHEUT, M. y PSILLOS, D. (2004). Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. International Journal of Science Education, 26(5), 515-535.
- SÁNCHEZ BLANCO, G. y VALCÁRCEL PÉREZ, M. V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. Investigación y experiencias didácticas. 11(1), 33-44.
- SANDELL, K., ÖHMAN, J. y ÖSTMAN, L. (2003). Education for Sustainable Development. Nature School and Democracy. Studentlitteratur, Suecia.
- UNESCO (2016). Educación para el desarrollo sostenible. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado de <http://www.unesco.org/new/es/education/themes/leading-the-international-agenda/education-for-sustainable-development>.

